

10/523990

Rec'd PCT/PTO 09 FEB 2005

PCT/JP03/10029

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

06.08.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 8月 9日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-232425  
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP2002-232425]

出願人 大同特殊鋼株式会社  
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

REC'D 26 SEP 2003

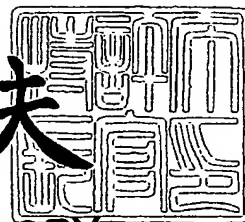
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【提出日】 平成14年 8月 9日

【整理番号】 H14-2360

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市南区大同町二丁目 3 0 番地 大同特殊鋼株式会社 技術開発研究所内

【氏名】 速石 正和

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市南区大同町二丁目 3 0 番地 大同特殊鋼株式会社 技術開発研究所内

【氏名】 狩野 隆

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 山田 範之

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 椎木 克昭

【特許出願人】

【識別番号】 000003713

【氏名又は名称】 大同特殊鋼株式会社

【代表者】 ▲高▼山 剛

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070161

【弁理士】

【氏名又は名称】 須賀 総夫

【電話番号】 03-3534-1980

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008899

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708849

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 切屑破碎性にすぐれた機械構造用鋼

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機械構造用鋼として必要な合金成分を含有する鋼であって、平均粒径が  $1.0 \mu\text{m}$  以上である  $\text{MnS}$  介在物が、 $\text{S}$  含有量  $0.01\%$  あたり  $5$  個/ $\text{mm}^2$  以上存在しており、顕微鏡視野において、（面積 [ $\mu\text{m}^2$ ] / アスペクト比） $\geq 10$  の条件を満たすとともに  $1.0$  重量%以上の  $\text{Ca}$  を含有する  $\text{Ca}$  含有硫化物系介在物の占める面積が、全硫化物系介在物が占める面積のうちで  $15 \sim 40\%$  の範囲にあり、かつ、旋削に当り工具表面に硫化物系被膜が形成されて切屑のカール半径を小さくすることを特徴とする、 $\text{Pb}$  も  $\text{Bi}$  も含有しない切屑破碎性にすぐれた機械構造用鋼。

【請求項 2】 重量%で、 $\text{C} : 0.05 \sim 0.8\%$ 、 $\text{Si} : 0.01 \sim 2.5\%$ 、 $\text{Mn} : 0.1 \sim 3.5\%$ 、 $\text{S} : 0.01 \sim 0.2\%$  とともに、 $\text{Ca}$  単独または  $\text{Ca}$  および  $\text{Mg}$  の両方（併用の場合は合計量で）： $0.0005 \sim 0.02\%$ 、 $\text{Ti} : 0.002 \sim 0.010\%$  および  $\text{Zr} : 0.002 \sim 0.025\%$  の一方または両方、ならびに  $\text{O} : 0.0005 \sim 0.010\%$  を含有し、残部が不可避の不純物および  $\text{Fe}$  からなる合金組成を有することを特徴とする請求項 1 の切屑破碎性にすぐれた機械構造用鋼。

【請求項 3】 請求項 2 に規定した合金成分に加えて、さらに、 $\text{Se} : 0.4\%$  以下、 $\text{Te} : 0.2\%$  以下および  $\text{REM} : 0.05\%$  以下の 1 種または 2 種以上を含有する切屑破碎性にすぐれた機械構造用鋼。

【請求項 4】 請求項 2 または 3 に規定した合金成分に加えて、さらに、 $\text{Cr} : 3.5\%$  以下、 $\text{Mo} : 2.0\%$  以下、 $\text{Cu} : 2.0\%$  以下、 $\text{Ni} : 4.0\%$  以下および  $\text{B} : 0.0005 \sim 0.01\%$  の 1 種または 2 種以上を含有する切屑破碎性にすぐれた機械構造用鋼。

【請求項 5】 請求項 2 ないし 4 のいずれかに規定した合金成分に加えて、さらに、 $\text{Nb} : 0.2\%$  以下および  $\text{V} : 0.5\%$  以下の 1 種または 2 種を含有する切屑破碎性にすぐれた機械構造用鋼。

【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、超硬工具による切削を行なったときの切屑破碎性にすぐれた機械構造用鋼に関する。本発明の機械構造用鋼は、その中の硫化物系介在物の形態に特徴を有する。

## 【0 0 0 2】

本発明において、「Ca含有硫化物系介在物」の語は、CaOを主体とする介在物が芯となり、その周囲を、硫化物を主体とする介在物が取囲んでいる構造の介在物をいう。MnS介在物に関して、「微細に分散した」とは、在来の鋼中におけるMnS介在物よりは微細な粒子であり、かつ、凝集あるいは集中することなく、鋼中に平均的に分布している状態を意味する。「アスペクト比」とは、試料を圧延方向に平行に切断して観察したときに見える介在物粒子の、長径を短径で割った値である。

## 【0 0 0 3】

## 【従来の技術】

被削性が高い機械構造用鋼に関する研究は長年にわたって行なわれており、さまざまな被削性改善元素を添加した鋼が開発されている。イオウ快削鋼、テルル快削鋼、カルシウム快削鋼、鉛快削鋼、イオウ-カルシウム快削鋼などである。これらの中で、鉛快削鋼は、鋼の機械的特性をほとんどそこなうことなく被削性を改善できるという点ですぐれたものであるか、近年は、とくに環境問題が重視され、Pbフリーの快削鋼が要求されることが多い。

## 【0 0 0 4】

ところが、Pbフリーの快削鋼に共通する問題は、切屑の破碎性にある。よく知られているとおり、自動化された機械加工においては、工具寿命もさることながら、切屑の破碎性がよくないと、工具やワークに切屑がからんだり、チップコンベアによる搬送不良が起こったりして、自動化に支障が生じやすい。鉛快削鋼のすぐれた切屑破碎性の享受をあきらめるとすると、Pbフリー快削鋼の主流をなすイオウ快削鋼やイオウ-カルシウム快削鋼において、切屑破碎性を改善しなければならない。

## 【0 0 0 5】

切屑破碎性の改善を、被削性を担う硫化物系介在物の形態を制御することによって実現する努力がなされているが、現状では十分な切屑破碎性が得られたとはいえないし、バラツキが大きくて、常にある程度の切屑破碎性を確保するには至っていない。

## 【0 0 0 6】

出願人らも、この分野において、これまでに研究開発を重ねてきた。はじめに述べたCa含有硫化物系介在物、すなわちCaOを主体とする介在物が芯となり、その周囲を硫化物主体の介在物が取囲んでいる構造の介在物の存在が有用であることの発見は、その一部である。

## 【0 0 0 7】

硫化物系介在物の形態制御による、工具寿命の延長に加えた切屑破碎性の向上と、その一定レベルの確保という問題に関して最近得られた知見は、まず、良好な切屑破碎性の実現には、多数の微細な硫化物系介在物が存在する必要があるということである。具体的には、平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以上であるMnS介在物が、S含有量 $0.01\%$ あたり $5\text{個}/\text{mm}^2$ 以上存在しているという条件である。

## 【0 0 0 8】

しかし、微細な硫化物系介在物が存在するだけでは十分でなく、切削に当たって、工具表面に、切屑との摩擦係数が小さい被膜を形成するような硫化物系介在物が存在する必要があることもわかった。工具表面に切屑との摩擦係数が小さい硫化物系被膜が形成されると、その被膜が、切屑が発生したときにくるくると巻く「カール半径」を小さくする効果があり、その結果、切屑が破碎されやすくなる、というのがその機構である。このような硫化物系被膜は、特定の形状を有するCa含有硫化物系介在物が全硫化物系介在物のうちで、特定の量的な範囲を占めるときに限って実現することが明らかになったのである。

## 【0 0 0 9】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、上述した新しい知見に基づいて、機械構造用の快削鋼における介在物、とくに硫化物系介在物の形態を制御して、良好な工具寿命を享受する

とともに、切屑の破碎性を高めて機械加工の自動化を容易にした機械構造用の快削鋼を提供することにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成する、本発明の切屑破碎性にすぐれた機械構造用鋼は、機械構造用鋼として必要な合金成分を含有する鋼であって、平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以上であるMnS介在物が、S含有量 $0.01\%$ あたり $5\text{個}/\text{mm}^2$ 以上存在しており、顕微鏡視野において、(面積 $[\mu\text{m}^2]$  / アスペクト比)  $\geq 10$ の条件を満たすとともに $1.0$ 重量%以上のCaを含有するCa含有硫化物系介在物の占める面積が、全硫化物系介在物が占める面積のうちで $15\sim 40\%$ の範囲にあり、かつ、旋削に当り工具表面に硫化物系被膜が形成されて切屑のカール半径を小さくすることを特徴とする、PbもBiも含有しない機械構造用鋼である。

#### 【0011】

機械構造用鋼として必要な合金成分を含有する鋼の代表は、重量%で、C： $0.05\sim 0.8\%$ 、Si： $0.01\sim 2.5\%$ 、Mn： $0.1\sim 3.5\%$ 、S： $0.01\sim 0.2\%$ とともに、Ca単独またはCaおよびMgの両方（併用の場合は合計量で）： $0.0005\sim 0.02\%$ 、Ti： $0.002\sim 0.010\%$ およびZr： $0.002\sim 0.025\%$ の一方または両方、ならびにO： $0.0005\sim 0.010\%$ を含有し、残部が不可避の不純物およびFeからなる合金組成を有するものである。

#### 【0012】

##### 【発明の実施形態】

本発明の機械構造用鋼において、代表的な合金組成をもつ鋼の成分とその組成範囲を上記のように限定した理由は、つぎのとおりである。

#### 【0013】

C： $0.05\sim 0.8\%$

Cは強度を確保するために必要な成分であり、 $0.05\%$ 未満の含有量では、機械構造用鋼としての強度が不足である。一方、CはSの活量を増大させるので、多量になると、Ca含有硫化物系介在物を得ることが難しくなる。それととも

に、Cを多量にすると靱性や被削性も低くなるので、0.8%という上限を設けた。

【0014】

Si : 0.01 ~ 2.5%

Siは溶製時の脱酸剤として鋼の成分となり、焼入性を高める働きもある。この効果は、0.01%に達しない少量では期待できない。SiもまたSの活量を増大させるので、多量のSiの存在は、多量のCが存在する場合と同じ問題を生じ、Ca含有硫化物系介在物の生成を妨げるおそれがある。多量のSiはまた、延性を損ない、塑性加工時に割れが発生しやすくなることもあって、2.5%が添加量の上限である。

【0015】

Mn : 0.1 ~ 3.5%

Mnは、硫化物を生成する重要な元素である。0.1%未満の量では、介在物の量が足りないが、3.5%を超える過大な含有量になると、鋼を硬くして被削性を低下させる。

【0016】

S : 0.01 ~ 0.2%

Sは硫化物を形成するために不可欠な成分であって、0.01%以上を存在させる。本発明の目標である工具寿命比5以上を達成するには、0.01%以上のSを必要とする。S量が0.2%を超えると、靱性と延性を悪くするばかりか、CaとともにCaSを生成する。CaSは融点が高いため、鑄造工程の障害になる。

【0017】

Ca単独またはCaとMgの両方（併用の場合は合計で）：0.0005 ~ 0.02%

Caは、本発明の鋼にとってきわめて重要な成分である。硫化物中にCaを含むさせるために、0.0005%以上の添加を必須とする。一方、0.02%を上回る過剰のCaの添加は、前記した高融点のCaSの生成を招き、鑄造の障害になる。Caの一部をMgで置き換えることができるが、その場合も、Caの量



は上記の下限值 0. 0 0 0 5 % を下廻らないことが望ましい。

【0 0 1 8】

T i : 0. 0 0 2 ~ 0. 0 1 0 % および Z r : 0. 0 0 2 ~ 0. 0 2 5 % の一方または両方

微量の T i または Z r は、C a および A l で脱酸された鋼中の O と結合して、微細な酸化物を形成する。これが M n S の析出に対し、核としてはたらくので、M n S を微細に分散させるのに役立つ。T i と Z r とは、2 種併用することが、M n S の微細化効果が高く、有利である。適量の T i 酸化物または Z r 酸化物を生成させるためには、T i および Z r の量を、上記した 0. 0 0 2 ~ 0. 0 1 0 %、0. 0 0 2 ~ 0. 0 2 5 % の範囲に調整する必要がある。

【0 0 1 9】

O : 0. 0 0 0 5 ~ 0. 0 1 0 %

O は酸化物の生成に必要な元素である。過度に脱酸した鋼においては高融点の C a S が多量に生成し、鑄造の支障になるから、少なくとも 0. 0 0 0 5 %、好ましくは 0. 0 0 1 5 % を超える O が必要である。一方、0. 0 1 % を超える O は、多量の硬質な酸化物をもたらし、その結果、被削性が損われるとともに、所望のカルシウム硫化物の生成が困難になる。

【0 0 2 0】

不純部として不可避な P についていえば、これは靱性にとっては有害な成分であって、0. 2 % を超えて存在させることはできないが、一方で P は、被削性とくに仕上面性状を改善する成分でもある。この効果は、0. 0 0 1 % 以上の存在で認められる。

【0 0 2 1】

本発明の機械構造用の快削鋼は、上記した基本的な合金組成に加えて、鋼の用途により必要となるところに従い、つぎのグループに属する元素の 1 種または 2 種以上を、下に規定する組成範囲内で、追加的に含有することができる。それらの変態様において、任意に添加することができる各合金成分の働きと組成範囲の限定理由を、つぎに述べる。

【0 0 2 2】

S e : 0 . 4 % 以下、T e : 0 . 2 % 以下および R E M : 0 . 0 5 % 以下の 1 種または 2 種以上

これらは、被削性改善元素である。それぞれの上限 0 . 4 %、0 . 2 % および 0 . 0 5 % は、熱間加工性に悪影響があることと、過剰の添加が微細な硫化物系介在物の生成を妨げることを考慮して定めた。

#### 【 0 0 2 3 】

C r : 3 . 5 % 以下、M o : 2 . 0 % 以下、C u : 2 . 0 % 以下、N i : 4 . 0 % 以下および B : 0 . 0 0 0 5 ~ 0 . 0 1 % の 1 種または 2 種以上

C r および M o は、焼入性を高めるので、適量を添加するとよい。しかし、多量に添加すると熱間加工性を損ねて、割れを招く。コスト面の配慮もあって、それぞれの上限を、C r は 3 . 5 %、M o は 2 . 0 % と定めた。C u は、組織を緻密にし、強度を高める。多量の添加は、熱間加工性にとっても、被削性にとっても好ましくないから、2 . 0 % 以下の添加に止める。N i も、C r および M o と同様に焼入性を高めるが、被削性にはマイナスの存在である。それと、コストを考えて、4 . 0 % を上限とした。B は微量の添加で焼入性を高める。この効果を得るためには、0 . 0 0 0 5 % 以上の添加を必要とする。0 . 0 1 % を超える添加は、熱間加工性を損ねて有害である。

#### 【 0 0 2 4 】

N b : 0 . 2 % 以下および V : 0 . 5 % 以下の 1 種または 2 種

N b は、高温における結晶粒の粗大化を防ぐ上で有用である。その効果は量の増大につれて飽和するので、0 . 2 % 以下の範囲で添加するのが得策である。V は、C や N と結合して炭窒化物をつくり、結晶粒を微細化する。この効果は、0 . 5 % を超えると飽和する。

#### 【 0 0 2 5 】

本発明にしたがう機械構造用の快削鋼の内部に存在する介在物は、図 1 に見るように、C a 含有硫化物系介在物と M n S 介在物とである。C a 含有硫化物系介在物は、E P M A 分析によれば、芯部が C a、M g、S i および A l の酸化物であり、その周囲を、C a S を含有する M n S が取囲んだ二重構造を有している。本発明の鋼中で、M n S 介在物は、微細に分散している。これに対し、単に M n

S がもたらす被削性改善効果を求めた従来の快削鋼の中では、Mn S 介在物は、図 2 に見るように大型であって、鋼が圧延されたときは、圧延により伸展されている。

#### 【 0 0 2 6 】

本発明の機械構造用の快削鋼を特徴づける切屑破碎性のよさは、前述のように一面では Mn S 介在物の微細化によってもたらされる。介在物量が一定であることを前提にすると、微細化は介在物の数の増大を意味する。本発明の鋼における Mn S 介在物の量は、主として S 含有量によって決定され、S 量は 0. 0 1 ~ 0. 2 % にわたって変化するから、Mn S 量もまたそれに伴って変化し、微細化した介在物の個数も増減する。

#### 【 0 0 2 7 】

本発明の鋼の中では、Mn S 介在物は、在来の鋼中の Mn S 介在物よりは微細であるが、それらの中で、存在が切屑破碎性に影響するものは、やはり平均粒径が  $1. 0 \mu\text{m}$  以上のものである。（ここで、「平均粒径」とは、顕微鏡視野に表われた粒子断面の長径と短径との平均値をいう。）

#### 【 0 0 2 8 】

S 含有量は異なるが、いずれも切屑破碎性の高い本発明の鋼について、平均粒径  $1. 0 \mu\text{m}$  以上の Mn S 介在物の単位断面積 ( $\text{mm}^2$ ) あたりの存在個数を、倍率 400 倍の光学顕微鏡を用いて調査したところ、下記の表 1 に示す介在物数が得られ、S 量との関係も、ほぼ一定であることがわかった。そしてこのデータから、さまざまな S 含有量の範囲にわたって、Mn S 介在物の個数が S 含有量 0. 0 1 % あたり 5 個 /  $\text{mm}^2$  以上であれば、良好な切屑破碎性が確保できることが結論された。

【 0 0 2 9 】

表 1 M n S 介在物の存在個数

鋼の S 含有量	M n S 介在物個数	0 . 0 1 % S 当り
0 . 0 1 %	5 . 4 個 / $\text{mm}^2$	5 . 4 個 / $\text{mm}^2$
0 . 0 3 %	1 6 . 2 個 / $\text{mm}^2$	5 . 4 個 / $\text{mm}^2$
0 . 0 6 2 %	3 2 . 0 個 / $\text{mm}^2$	5 . 2 個 / $\text{mm}^2$
0 . 1 2 5 %	3 2 . 0 個 / $\text{mm}^2$	6 . 2 個 / $\text{mm}^2$

【 0 0 3 0 】

1 . 0 重量 % 以上の C a を含有する C a 含有硫化物系介在物であって（面積  $[\mu\text{m}^2]$  / アスペクト比） $\geq 10$  の条件を満たすものが、占める面積が、全硫化物系介在物の占める面積の 15 ~ 40 % に相当すること：

介在物が前述した二重構造をとるためには、C a 含有硫化物系介在物が 1 . 0 重量 % 以上の C a を含有することが必要である。逆の観点からいえば、C a 含有量が 1 . 0 重量 % 以上（つまり、酸化物系介在物の代表である C a O がこれに対応する量以上）ある介在物が、本発明で制御の対象として有意義な介在物であるということになる。（面積  $[\mu\text{m}^2]$  / アスペクト比） $\geq 10$  の条件を満たす介在物とは、一口でいえば、比較的大型であって、あまり伸展されていないものことである。

【 0 0 3 1 】

そのような、比較的大型であってあまり伸展されていない C a 含有硫化物系介在物の存在意義は、図 3 のグラフに見ることができる。このグラフは、介在物のアスペクト比と面積との関係をプロットしたものであって、斜めに引いた実線の直線が（面積  $[\mu\text{m}^2]$  / アスペクト比） $= 10$  である。

【 0 0 3 2 】

上記の C a 含有硫化物系介在物が全硫化物系介在物のうち、面積率にして 15 ~ 40 % の範囲にあることが、切屑破碎性にとって有意義であることは、図 4 のグラフに見ることができる。このグラフは、C a 含有硫化物系介在物の面積率と、実施例に関して後述する切屑破碎指数との関係をプロットしたものであって、

S含有量0.045～0.055%のS45Cを対象に得たデータである。同じS量の在来イオウ快削鋼と対比しており、従来品を上回る切屑破碎性は、面積率15～40%の範囲において得られることを示している。

#### 【0033】

これを別の観点から解釈すると、まずCa含有硫化物系介在物の面積率が15%に達しないときは、工具表面に付着して工具を被覆する介在物の成分中で、MnSが多くなることが指摘される。MnSは融点が低いが、その潤滑被膜の安定性が低くて被膜が持続しにくいため、切屑破碎性はよくなる。一方、Ca含有硫化物系介在物の面積率が40%を超える多量になると、全硫化物系介在物中のMnSの量が相対的に低くなり、前記した、平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以上であるMnS介在物がS含有量0.01%あたり5個/ $\text{mm}^2$ 以上存在する、という前提条件の確保が困難になるということが考えられる。

#### 【0034】

本発明の機械構造用鋼がすぐれた切屑破碎性を示す理由は、旋削に当り硫化物系介在物が工具表面に熔融被膜を形成して、発生する切屑のカール半径を小さくするという機構にある。この硫化物系介在物の熔融被膜は、高い潤滑性を示すため、カール半径を小さくするのに役立っていると考えられる。

#### 【0035】

##### 【実施例】

下記の実施例および比較例において行なった試験の方法について説明すれば、MnS介在物の在個数の測定法は前記したとおりであり、その他の試験は、それぞれつぎのとおりである。

#### 【0036】

##### [Ca含有硫化物系介在物の面積率]

顕微鏡写真（倍率200倍）を撮影し、全硫化物系介在物を、EPMA分析により、単純な硫化物と二重構造をもったCa含有硫化物系介在物とに分け、全硫化物系介在物の占める面積の中で、二重構造介在物が占める面積の割合を算出した。

#### 【0037】

## [潤滑被膜]

超硬工具を使用して旋削を行ない、工具に溶融した介在物の皮膜が形成されるか、形成された被膜は安定に存在するかを観察し、また、E P M A 分析により、被膜の成分が何であることを分析した。

## 【0 0 3 8】

## [切屑の破碎性]

下記の条件で切削した場合の切屑を採取し、その長さによって0～4点の点数をつけ、30切削条件の合計点数を「切屑破碎性指数」とした。

速度：150m/分

送り：0.025～0.200mm/回転

深さ：0.3～1.0mm

工具：DNMG150480-MA

同一イオウ含有量のイオウ快削鋼に比べて切屑破碎性指数が高い場合を良好（○印）、同点または低い場合を不良（×印）とした。

## 【0 0 3 9】

## [実施例1]

S45C系の鋼に対して本発明を適用した。溶製した合金はインゴットに鑄造し、このインゴットから径72mmの丸棒型の試験片を採取して、試験に供した。鋼の合金組成と試験結果を、表2（実施例）および表3（比較例）に示した。

## 【0 0 4 0】

## [実施例2]

S15C系の快削鋼について、実施例1と同様に、合金の溶製および切削試験を行なった。合金組成および試験結果を表4（実施例）および表5（比較例）に示す。

## 【0 0 4 1】

## [実施例3]

S55C系快削鋼について、実施例1と同様に、合金の溶製および切削試験を行なった。合金組成および試験結果を表6（実施例）および表7（比較例）に示す。

## 【0 0 4 2】

## [実施例 4]

S C R 4 1 5 系快削鋼について、実施例 1 と同様に合金の溶製および切削試験を行なった。合金組成および試験結果を表 8（実施例）および表 9（比較例）に示す。

## 【0 0 4 3】

## [実施例 5]

S C M 4 4 0 系快削鋼について、実施例 1 と同様に合金の溶製および切削試験を行なった。合金組成および試験結果を表 1 0（実施例）および表 1 1（比較例）に示す。

## 【0 0 4 4】

以下の各表において、下記の語はそれぞれつぎの意味を有する。

硫化物面積率：顕微鏡視野において、全硫化物系介在物の面積のうちで1重量%

以上のC a を含有する硫化物系介在物の面積が占める割合（%）

M n S 個数：平均粒径が1. 0  $\mu$  m以上であるM n S 介在物の、S 含有量0. 0 1 %あたりの個数（単位個/ $\text{mm}^2$ ）

工具被膜：旋削時に、溶融した硫化物系介在物の被膜が工具表面に形成されるか否かの観察結果

○印は硫化物系被膜が形成

×印は酸化物系被膜が形成

—は被膜の形成なし

切屑破碎性：前記した切屑破碎性指数を、同じS 含有量のイオウ快削鋼のそれと比較した結果

○印はより高いとき

×印は同等または劣るとき

【0045】

表2 S45C系 実施例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	O	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破碎性
1	0.45	0.21	0.65	0.018	Ca 0.0019	Ti 0.0051	0.0012	—	34	5.3	○	○
2	0.43	0.23	0.81	0.054	Ca 0.0023	Ti 0.0056	0.0032	Cu 0.42	28	7.4	○	○
3	0.46	0.32	0.93	0.068	Ca 0.0025	Ti 0.0077	0.0043	—	24	8.2	○	○
4	0.45	0.18	0.71	0.121	Ca 0.0058 Mg 0.0012	Ti 0.0033	0.0052	—	16	9.3	○	○
5	0.45	0.27	0.84	0.039	Ca 0.0036 Mg 0.0008	Ti 0.0032	0.0012	Te 0.03	38	5.8	○	○
6	0.44	0.86	0.66	0.044	Ca 0.0023	Ti 0.0045	0.0023	Se 0.051	37	5.3	○	○
7	0.46	0.19	0.70	0.054	Ca 0.0026	Ti 0.0062	0.0017	—	24	8.2	○	○
8	0.47	0.25	0.87	0.046	Ca 0.0017	Zr 0.0043	0.0022	—	29	6.7	○	○
9	0.45	0.20	0.93	0.121	Ca 0.0021	Ti 0.0044	0.0032	REM 0.02	23	5.3	○	○



【0046】

表3 S45C系 比較例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	O	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破碎性
1	0.44	0.33	0.73	0.019	Ca 0.0004	Ti 0.0043	0.0031	—	12	4.2	×	×
2	0.46	0.21	0.84	0.061	Ca 0.0015	Ti 0.0056	0.0019	Cu 0.37	21	3.8	×	×
3	0.45	0.22	0.88	0.071	Ca 0.0044	Ti 0.0035	0.0043	—	20	4.2	×	×
4	0.43	0.25	0.75	0.132	Ca 0.0023 Mg 0.0009	Ti 0.0061	0.0009	—	8	6.6	—	×
5	0.45	0.23	0.80	0.036	Ca 0.0033 Mg 0.0012	Ti 0.0023	0.0025	Te 0.05	45	3.2	○	×
6	0.45	0.19	0.91	0.041	Ca 0.0018	Ti 0.0069	0.0031	Se 0.082	47	2.9	○	×
7	0.45	0.88	0.63	0.051	Ca 0.0022	Zr 0.0085	0.0067	—	13	3.9	×	×
8	0.44	0.18	0.88	0.030	Ca 0.0016 Mg 0.0021	Zr 0.0045	0.0023	Te 0.03	51	2.8	×	×
9	0.47	0.19	0.84	0.051	Ca 0.0022	Ti 0.0041	0.0008	—	14	4.7	○	×
10	0.46	0.18	0.89	0.132	Ca 0.0024	Ti 0.0016	0.0012	REM 0.06	12	3.1	○	×

【0047】

表4 S15C系 実施例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	O	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破砕性
1	0.14	0.22	0.51	0.022	Ca 0.0013	Ti 0.0033	0.0014	—	25	6.1	○	○
2	0.16	0.19	0.59	0.081	Ca 0.0023 Mg 0.0008	Ti 0.0072	0.0033	V 0.08	31	5.6	○	○
3	0.15	0.31	0.82	0.019	Ca 0.0028	Ti 0.0054 Zr 0.0023	0.0012	B 0.0010	29	6.2	○	○

表5 S15C系 比較例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	O	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破砕性
1	0.15	0.30	0.60	0.041	Ca 0.0036	Ti 0.0039	0.0035	—	12	5.0	×	×
2	0.15	0.19	0.99	0.028	Ca 0.0018 Mg 0.0012	Ti 0.0124	0.0022	V 0.08	21	4.4	×	×
3	0.14	0.24	0.49	0.093	Ca 0.0008	Ti 0.0038 Zr 0.0056	0.0009	B 0.0018	8	4.9	—	×

【0048】

表6 S55C系 実施例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	O	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破砕性
1	0.57	0.31	0.91	0.018	Ca 0.0026	Ti 0.0045	0.0038	—	34	5.4	○	○
2	0.54	0.18	0.87	0.044	Ca 0.0025 Mg 0.0009	Ti 0.0062	0.0025	—	23	7.3	○	○
3	0.55	0.19	0.88	0.023	Ca 0.0019	Ti 0.0058 Zr 0.0052	0.0017	Ni 1.23	21	7.8	○	○

表7 S55C系 比較例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	O	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破砕性
1	0.55	0.22	1.04	0.024	Ca 0.0033	Ti 0.0033	0.0046	—	11	4.9	×	×
2	0.56	0.26	0.89	0.054	Ca 0.0028 Mg 0.0006	Ti 0.0072	0.0013	—	24	4.0	×	×
3	0.55	0.19	0.94	0.021	Ca 0.0011	Ti 0.0063 Zr 0.0037	0.0011	Ni 2.23	6	5.3	—	×

【0049】

表8 SCR415系 実施例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	○	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破碎性
1	0.15	0.12	0.68	0.036	Ca 0.0022	Ti 0.0053	0.0031	Cr 1.89	34	5.3	○	○
2	0.15	0.21	0.71	0.048	Ca 0.0027 Mg 0.0007	Ti 0.0045	0.0035	Cr 1.12 Nb0.039	29	6.0	○	○
3	0.16	0.15	0.56	0.096	Ca 0.0019	Ti 0.0032 Zr 0.0033	0.0018	Cr 1.54	19	7.7	○	○

表9 SCR415系 比較例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	○	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破碎性
1	0.15	0.09	0.73	0.034	Ca 0.0012	Ti 0.0004	0.0046	Cr 1.93	10	4.5	×	×
2	0.14	0.18	0.81	0.045	Ca 0.0009 Mg 0.0011	Ti 0.0082	0.0028	Cr 1.21 Nb0.033	12	4.4	×	×
3	0.16	0.14	0.54	0.089	Ca 0.0022	Ti 0.0029 Zr 0.0025	0.0008	Cr 1.88	11	6.2	—	×

【 0 0 5 0 】

表 1 0 S C M 4 4 0 系 実 施 例

No.	C	S i	M n	S	Ca/Mg	Ti/Zr	O	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破碎性
1	0.40	0.24	0.63	0.037	Ca 0.0024	Ti 0.0042	0.0023	Cr 1.25 Mo 0.14	34	5.5	○	○
2	0.39	0.32	0.53	0.061	Ca 0.0017 Mg 0.0006	Ti 0.0056	0.0041	Cr 2.01 Mo 0.23 Ni 0.23	23	6.5	○	○
3	0.42	0.19	0.98	0.014	Ca 0.0026	Ti 0.0061 Zr 0.0034	0.0011	Cr 1.45 Mo 0.54	24	6.8	○	○

【0051】

表11 SCM440系 比較例

No.	C	Si	Mn	S	Ca/Mg	Ti/Zr	O	その他	硫化物 面積率	硫化物 個数	被膜 形成	切屑 破砕性
1	0.44	0.26	0.68	0.041	Ca 0.014	Ti 0.0023	0.0024	Cr 1.32 Mo 0.16	9	4.5	×	×
2	0.38	0.33	0.49	0.058	Ca 0.0031 Mg 0.0014	Ti 0.0018	0.0039	Cr 1.96 Mo 0.25 Ni 0.34	6	3.8	×	×
3	0.41	0.21	1.02	0.016	Ca 0.0024	Ti 0.0023 Zr 0.0021	0.0032	Cr 1.51 Mo 0.49	12	4.8	—	×

【 0 0 5 2 】

【発明の効果】

本発明の切屑破碎性にすぐれた機械構造用においては、さきに開示した快削鋼と同じ被削性が実現している。すなわち、高い被削性をもたらす介在物である、二重構造をもったC a含有硫化物系介在物が在するから、切削とくに超硬工具旋削において、在来のイオウ快削鋼に対して工具寿命比（本発明の快削鋼の工具寿命と、同一のイオウ含有量をもつ在来の快削鋼の工具寿命に対する比）を5以上にするという目標が、容易に達成されている。

【 0 0 5 3 】

その上で本発明は、特定の形状をもったC a含有硫化物系介在物が全硫化物系介在物のうち15～40%の範囲にあるという要件を選択することにより、切屑破碎性が顕著に改善され、旋削の切屑が工具やワークに巻き付くおそれを、実質上なくし、チップコンベア上の搬送に支障のないようにした。本発明により、機械加工を自動化する上でネックになっていた問題が解決したといえる。各種機械部品、なかんづく自動車部品の製造コスト低減に寄与するところ大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にしたがう機械構造用の快削鋼中の、介在物の形状を示す顕微鏡写真。

【図2】 在来のイオウ快削鋼中の、介在物の形状を示す顕微鏡写真。

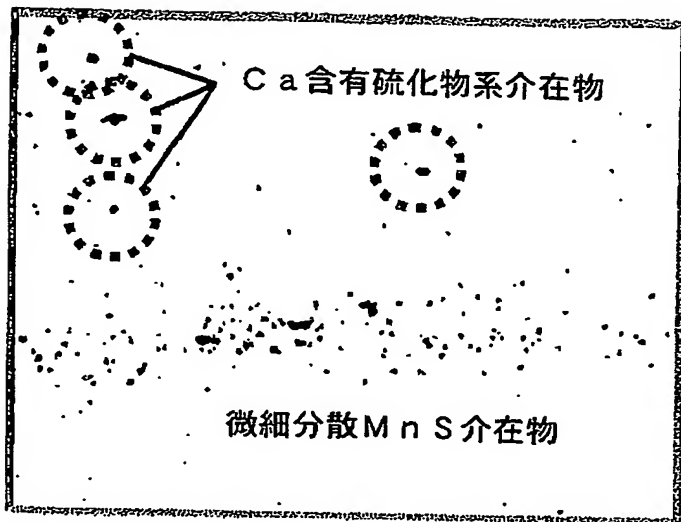
【図3】 機械構造用の快削鋼中に存在するC a含有硫化物系介在物とM n S介在物との、アスペクト比と面積との関係をプロットしたグラフ。

【図4】 機械構造用の快削鋼中における、C a含有硫化物系介在物が全硫化物系介在物に占める面積率と切屑破碎性指数との関係を示すグラフ。

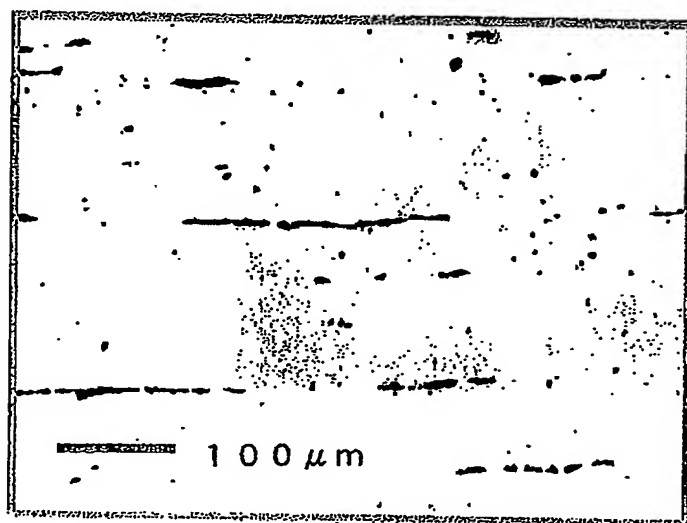
【書類名】

図面

【図 1】

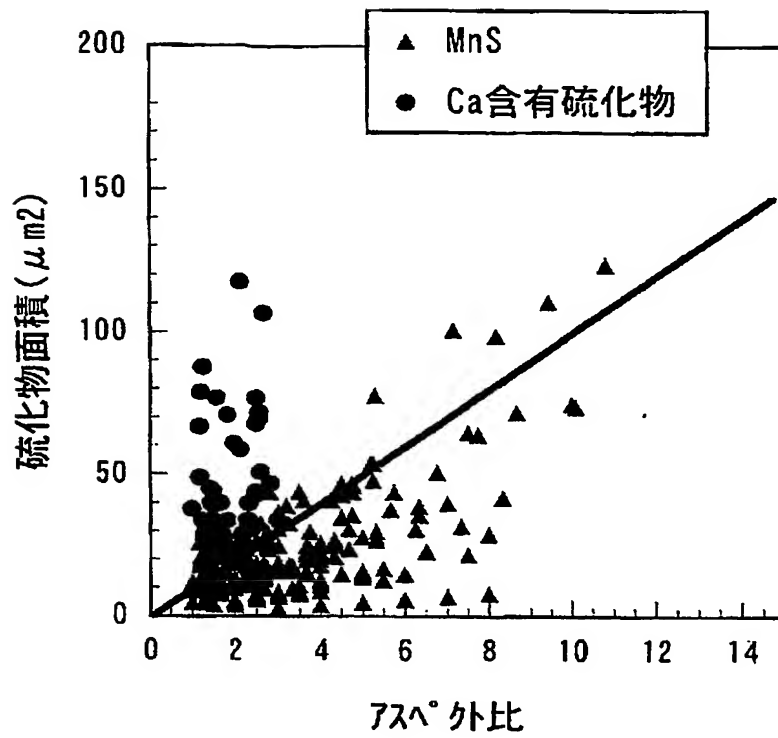


【図 2】

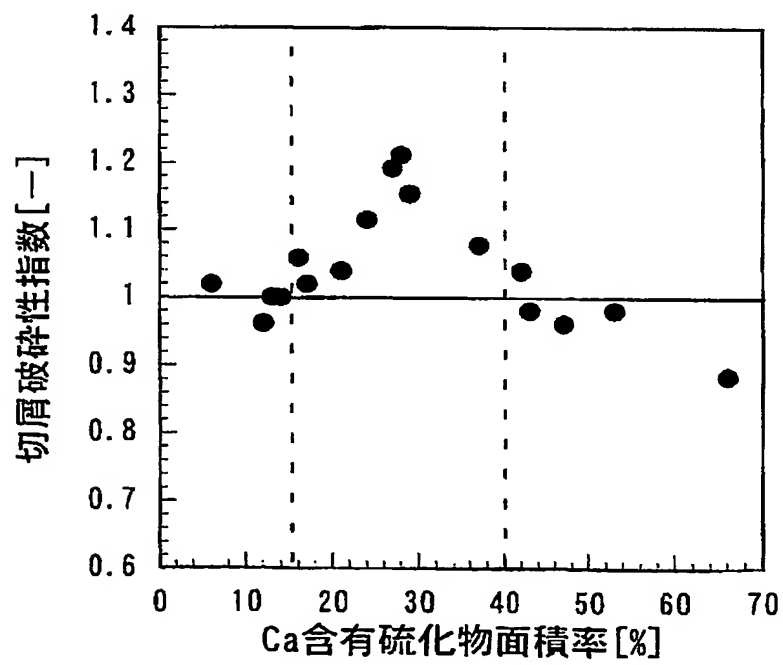




【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機械構造用鋼において、切屑破碎性にすぐれた快削鋼を提供すること。

【解決手段】 重量%で、C:0.05~0.8%、Si:0.01~2.5%、Mn:0.1~3.5%、S:0.01~0.2%とともに、CaまたはCa+Mg:0.0005~0.02%、Ti:0.002~0.010%および(または)Zr:0.002~0.025%、O:0.0005~0.010%を含有し、残部が不可避の不純物およびFeからなる合金組成を有する鋼であって、平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以上であるMnS介在物が、S含有量0.01%あたり5個/ $\text{mm}^2$ 以上存在しており、顕微鏡視野において、(面積 [ $\mu\text{m}^2$ ] / アスペクト比)  $\geq 10$  の条件を満たすとともに1.0重量%以上のCaを含有するCa含有硫化物系介在物の占める面積が、全硫化物系介在物が占める面積のうちで15~40%の範囲にある鋼。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 2 - 2 3 2 4 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 7 1 3 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

新規登録

住 所  
氏 名

愛知県名古屋市中区錦一丁目 1 1 番 1 8 号  
大同特殊鋼株式会社

特願 2 0 0 2 - 2 3 2 4 2 5

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社